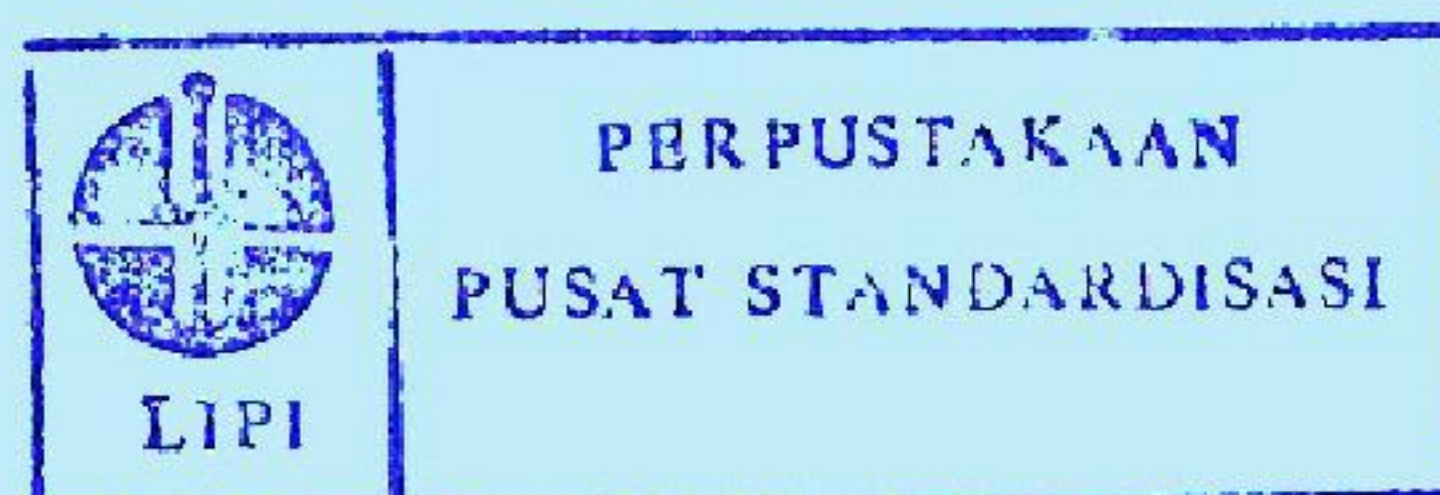
STANDAR NASIONAL INDONESIA

SNI 05 - 2297 - 1991

UDC 621 - 755

MEMBALANS (BALANCING) – PERISTILAHAN (VOCABULARY)

DEWAN STANDARDISASI NASIONAL - DSN

Berdasarkan usulan dari Departemen Perindustrian
standar ini disetujui oleh Dewan Standardisasi Nasional
menjadi Standar Nasional Indonesia dengan nomor :

SNI 05 - 2297 - 1991

DAFTAR ISI

MEMBALANS (BALANCING) — PERISTILAHAN (VACOBULARY)

1. RUANG LINGKUP

Standar ini memberikan penjelasan istilah-istilah mekanika, rotor, tidak balans, membalans, mesin pembalans dan peralatan, rotor fleksibel dan benda-bebas kaku yang berputar digunakan dalam membalans.

Penjelasan umum mengenai istilah-istilah dalam getaran dan kejutan diberikan dalam ISO 2041.

2. MEKANIKA (MECHANICS)

2.1 Titik Berat

Titik pada benda yang dilalui oleh resultan gaya berat partikel-partikel komponen benda tersebut dalam berbagai orientasi terhadap medan gravitasi yang seragam.
Untuk pusat massa, lihat butir pada 8.4.

2.2 Sumbu Inersia Utama (Principle Inersia Axis)

Untuk setiap koordinat Cartesian pada suatu titik tertentu, harga keenam momen inersia benda tersebut $I_{x_ix_j}$ (i, j = 1, 2, 3) pada umumnya tidak sama; untuk satu sistem koordinat tertentu momen $I_{x_ix_j}$ (i = j) tidak ada. Harga I_{x_ix} (i = j) untuk koordinat tersebut disebut dengan momen inersia utama dan arah koordinatnya disebut dengan sumbu utama inersia.

Catatan :

1. $I_{x_ix_j} = \int_m x_ix_j \, dm$, jika $i \neq j$

   $I_{x_ix_j} = \int (r^2 - x_i^2) \, dm$, jika $i = j$

   di mana $r^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$

   dan x_i, x_j merupakan koordinat Cartesian.

2. Jika titik tersebut berada pada *titik berat* benda, sumbu dan momennya disebut dengan sumbu utama sentral (central principle axis) dan momen inersia utama sentral (central principle moment of inertia).

3. Dalam membalans, istilah *sumbu inersia utama* digunakan untuk menunjukkan satu sumbu utama sentral (dari ketiga sumbu yang ada) yang paling mendekati *sumbu poros* rotor, dan seringkali dinyatakan sebagai *sumbu balans* (balance axis) atau *sumbu massa* (mass axis).

4. Sifat massa benda kaku terdiri atas besaran skalar sebagai berikut :

   a) massa;
   b) lokasi titik berat (tiga koordinat);
   c) momen inersia (tiga sumbu);
   d) produk inersia (tiga pasang sumbu);

2.3 Pusat Keseimbangan (Equilibrium center)

Titik di mana *sumbu poros* (shalft axis) bagian 3.7 memotong bidang yang tegak lurus sumbu poros melalui *titik berat* rotor, apabila rotor dalam keadaan diam.

2.4 Kecepatan Kritis (Critical Speed)
Kecepatan karakteristik di mana sistem mengalami resonansi.

Catatan :

— Tergantung pada harga kekakuan *bantalan* relatif terhadap massa dan kekakuan rotor relatif terhadap massa, pengaruh yang cukup besar yang terjadi pada kecepatan kritis dapat berupa gerakan jurnal ataupun lenturan *rotor* (lihat *kecepatan kritis lentur*, 7.1., dan *kecepatan kritis modus rotor kaku*, 7.2).

2.5 Sumbu Rotasi/Sumbu Putar (Axis of Rotation/Spin Axis)
Garis tempat berputarnya benda.

Catatan :

1. Jika *bantalannya* anisotropik, sumbu rotasinya tidak stasioner.
2. Untuk kasus bantalan yang kaku, sumbu rotasi adalah *sumbu poros*, tetapi apabila bantalannya tidak kaku, sumbu rotasi tidak harus merupakan sumbu poros.

3. ROTOR (ROTORS)

3.1 Rotor

Suatu benda atau bagian yang dapat berputar, umumnya dengan *jurnal* (journal) yang ditumpu oleh *bantalan.*

Catatan :

1. Terminologi *rotor* kadang-kadang digunakan untuk suatu massa berbentuk piringan yang tidak mempunyai poros (sebagai contoh adalah sebuah roda gila — fly wheel). Sehubungan dengan definisi 3.1. maka untuk keperluan *membalans*, massa yang berbentuk piringan tersebut disebut rotor apabila ditempatkan pada poros yang mempunyai *jurnal* (lihat 3.4).
2. Dalam hal membalans, rotor yang akan dibalans kadang-kadang disebut dengan "benda kerja" (work piece).

3.2 Rotor Kaku (Rigid Rotor)

Sebuah *rotor* dianggap kaku, apabila dapat dikoreksi dalam dua bidang sembarang (lihat 5.6) dan setelah koreksi tersebut tingkat *tidak balansnya* tidak melebihi toleransi balans (terhadap *sumbu poros)* pada setiap kecepatan sampai mencapai *kecepatan operasi* maksimum (maximum service speed) dan apabila berputar pada kondisi yang sangat mendekati kondisi kerja aktual.

3.3 Rotor Fleksibel (Flexible Rotor)

Rotor yang tidak memenuhi definisi 3.2. akibat adanya defleksi elastis.

3.4 Jurnal (Journal)

Bagian dari *rotor* yang berkontak dengan atau ditumpu oleh *bantalan* tempat jurnal tersebut berputar.

3.5 Sumbu Journal (Journal Axis)

Garis lurus yang menghubungkan titik-titik berat kontur penampang melintang *jurnal.*

3.6 Pusat Jurnal (Journal Centre)

Perpotongan antara *sumbu jurnal* dengan bidang radial pada bagian tengah *jurnal.*

3.7 Sumbu Poros (Shaft Axis)
Garis lurus yang menghubungkan pusat-pusat jurnal.

3.8 Bantalan (Bearing)

Bagian yang menumpu *jurnal* dan pada bagian tersebut *jurnal* akan berputar.

3.9 Sumbu Bantalan (Bearing Axis)

Garis lurus yang menghubungkan titik-titik berat kontur penampang melintang bantalan.

3.10 Rotor Yang Balans Sempurna (Perfectly Balance Rotor)

Rotor dengan distribusi massa yang sedemikian rupa sehingga tidak terjadi gaya getar maupun gerak getar terhadap *bantalannya* sebagai akibat dari gaya sentrifugal yang bekerja.

Catatan :

— Apabila berputar pada kecepatan yang berbeda atau apabila ditempatkan pada bantalan yang berbeda, rotor tersebut tidak harus tetap balans sempurna.

3.11 Rotor Inboard (Inboard Rotor)

Rotor dengan dua jurnal yang mempunyai *titik berat* di antara kedua *jurnal* tersebut.

3.12 Rotor Outboard

Rotor dengan dua jurnal mempunyai *titik berat* tidak di antara kedua *jurnal.*

3.13 Eksentrisitas Massa (Mass Eccentricity)
Lihat 4.18.

3.14 Eksentrisitas Massa Lokal (Local Mass Eccentricity)/Untuk Rotor yang Terdistribusi.
Jarak dari *titik berat* setiap elemen terhadap sumbu poros, untuk elemen aksial kecil yang berasal dari sebuah *rotor* tegak lurus terhadap *sumbu poros.*

3.15 Tumpuan Bantalan (Bearing — Support)
Bagian dari struktur utama yang menumpu bantalan.

3.16 Fundasi (Foundation)
Struktur yang menyangga sistem mekanis.

Catatan :

— Dalam konteks *membalans* dan getaran konteks mesin rotasi, istilah fundasi umumnya digunakan untuk struktur berat di mana seluruh mesin ditumpu.

3.17 Rotor Kuasi — kaku (Quasi Rigid Rotor)

Rotor fleksibel yang dapat dibalans dengan baik pada kecepatan di bawah kecepatan tertentu di mana defleksi rotor cukup besar.

3.18 Kecepatan Balans (Balancing Speed)
Kecepatan rotasi di mana rotor dibalans.

3.19 Kecepatan Operasi (Service Speed)

Kecepatan rotasi di mana *rotor* beroperasi pada instalasi atau kondisi lingkungan aktual.

4. TIDAK BALANS (UNBALANCE)

4.1 Umum

Definisi dalam konteks ini berlaku untuk kasus tidak balans pada *rotor kaku.* Definisi tersebut dapat juga diterapkan untuk *rotor fleksibel,* tetapi karena kasus *tidak balans* pada *rotor* tersebut berubah dengan kecepatan, setiap nilai *tidak balans* yang diberikan untuk rotor tersebut harus disertai dengan harga kecepatannya.

4.2 Tidak Balans (Unbalance)

Kondisi yang terjadi pada sebuah *rotor* apabila terjadi gaya getar dan gerak getar pada *bantalan* rotor tersebut sebagai akibat dari gaya sentrifugal. (lihat 4.1).

Catatan :

1. Terminologi tidak balans kadang-kadang digunakan sebagai sinonim untuk *jumlah tidak balans,* atau *vektor tidak balans.*
2. Gejala tidak balans umumnya terdistribusi di seluruh rotor tetapi hal ini dapat disederhanakan menjadi :
   a) *tidak balans statik* (static unbalance) dan *tidak balans kopel* (couple unbalance) yang digambarkan oleh tiga vektor tidak balans pada tiga bidang tertentu, atau
   b) *tidak balans dinamik* (dinamic unbalance) yang digambarkan oleh dua vektor tidak balans pada dua bidang tertentu.

4.3 Vektor Tidak Balans (Unbalance Vector)

Vektor yang besarnya menyatakan *jumlah tidak balans* dan yang arahnya menunjukkan *sudut tidak balans.*

4.4 Jumlah Tidak Balans (Amount of Unbalance)

Ukuran kuantitatif *tidak balans* pada sebuah rotor (terhadap suatu bidang) tanpa memperhatikan posisi sudutnya. Hal ini diperoleh dengan mengalihkan *massa tidak balans* dengan jarak *titik beratnya* terhadap *sumbu poros.*

Catatan :

1. Satuan untuk ukuran tidak balans antara lain ons inci (ounches — inches), gram milimeter (gram milimeters) dan lainnya.
2. Pada beberapa negara, terminologi "berat" dan "massa" dapat ditukar penggunaannya.

4.5 Sudut Tidak Balans (Angel of Unbalance)

Dengan menggunakan sistem koordinat polar yang tetap pada bidang yang tegak lurus terhadap *sumbu poros* dan berputar dengan *rotor,* sudut tersebut menyatakan sudut polar tempat *massa tidak balans* berada dalam sistem koordinat polar.

4.6 Massa Tidak Balans (Unbalance Mass)

Massa yang dianggap berada pada jari-jari tertentu sehingga hasil kali massa tersebut dengan percepatan sentripetalnya sama dengan gaya *tidak balans.*

Catatan :

— Percepatan sentripetal merupakan hasil kali jarak antara *sumbu poros* dan *massa tidak balans* dengan kuadrat kecepatan sudut *rotor,* dalam satuan radian per detik.

4.7 Tidak Balans Statik (Static Unbalance)

Kondisi di mana *sumbu utama sentral* hanya bergeser sejajar dengan *sumbu poros.*

Catatan :

— besaran yang diukur untuk tidak balans statik dapat diberikan oleh resultan dari dua vektor *tidak balans dinamik.*

4.8 Tidak Balans Kuasi — statik (Quasi Static Unbalance)

Kondisi *tidak balans* di mana *sumbu utama sentral* memotong *sumbu poros* pada suatu titik yang bukan merupakan *titik berat.*

4.9 Tidak Balans Kopel (Coule Unbalance)

Kondisi *tidak balans* di mana *sumbu utama sentral* memotong *sumbu poros* pada suatu *titik berat.*

Catatan :

1. Besaran yang diukur untuk tidak balans kopel dapat diberikan oleh penjumlahan momen dari dua vektor *tidak balans dinamik* terhadap suatu titik referensi pada bidang yang mempunyai titik berat dan sumbu poros.
2. Jika *tidak balans statik* pada *rotor* dikoreksi pada bidang yang tidak mempunyai titik referensi tersebut, tidak balans kopel akan berubah.

4.10 Tidak Balans Dinamik (Dinamic Unbalance)

Kondisi di mana *sumbu sentral* tidak sejajar dan juga tidak memotong *sumbu poros.*

Catatan :

— Besaran kuantitatif untuk tidak balans dinamik dapat diberikan oleh dua *vektor tidak balans* yang komplementer pada dua bidang tertentu (tegak lurus terhadap *sumbu poros)* yang dapat menunjukkan seluruh *tidak balans* pada *rotor.*

4.11 Tidak Balans Sisa Akhir (Final Unbalance)

Setiap keadaan *tidak balans* yang terjadi setelah proses *membalans.*

4.12 Tidak Balans Awal (Initial Unbalance)

Setiap keadaan *tidak balans* yang ada pada *rotor* sebelum proses *membalans.*

4.13 Gaya Tidak Balans (Unbalance Force)

Gaya sentrifugal pada kecepatan tertentu (terhadap *sumbu poros)* akibat adanya keadaan *tidak balans* pada *bidang koreksi* pada *rotor.*

4.14 Gaya Tidak Balans Resultan (Resultant Unbalance Force)

Gaya resultan dari sistem gaya sentrifugal dari elemen-elemen bermassa pada *rotor* terhadap setiap titik pada *sumbu poros,* jika rotor tersebut berputar terhadap sumbu porosnya.

Catatan :

— *Gaya tidak balans* resultan selalu berada pada bidang yang mempunyai *titik berat* rotor dan *sumbu poros.*

4.15 Momen Tidak Balans (Unbalance moment)

Momen dari gaya sentrifugal dari elemen bermassa pada *rotor* terhadap titik referensi tertentu pada bidang yang mempunyai *titik berat* rotor dan *sumbu poros.*

4.16 Momen Tidak Balanc Resultan/Momen Resultan dari Gaya Tidak Balans (Resultant Unbalance Momen/Resultant Moment of Unbalance Force)

Momen resultan dari sistem gaya sentrifugal dari elemen bermassa pada rotor terhadap suatu titik referensi tertentu pada bidang yang mempunyai *titik berat* rotor dan *sumbu poros.*

Catatan :

1. Sudut dan besar momen resultan umumnya tergantung pada posisi titik referensi.
2. Ada suatu posisi titik referensi tertentu yang memberikan harga momen resultan yang minimum *(pusat tidak balans).*
3. Momen resultan tidak tergantung pada posisi titik referensi untuk kasus di mana *gaya tidak balans* resultan *sama dengan nol.*

4.17 Kopel Tidak Balans (Unbalance Couple)

Kopel resultan dari sistem gaya sentrifugal dari seluruh elemen bermassa dari *rotor*, untuk kasus di mana *gaya tidak balans* sama dengan nol.

4.18 Tidak Balans Spesifik/Eksentrisitas Massa (Specific Unbalance)

Jumlah *tidak balans statik* (U) dibagi dengan massa *rotor* (M), hal ini ekivalen dengan perpindahan *titik berat* rotor dari *sumbu poros.*

4.19 Tingkat Kualitas Balans

Perkalian antara *tidak balans spesifik* dengan kecepatan sudut servis maksimum dari *rotor*[1]), untuk rotor kaku.

4.20 Tidak Balans Awal Terkendali (Control Initial Unbalance)

Tidak balans awal yang telah diminimumkan melalui *membalans* setiap komponen secara individu dan/atau perancangan, pembuatan dan perakitan *rotor* yang teliti.

5. MEMBALANS (BALANCING)

5.1 Membalans (Balancing)

Prosedur di mana distribusi massa *rotor* diperiksa dan jika perlu diatur kembali sehingga getaran *jurnal* dan/atau gaya yang bekerja pada *bantalan* pada frekuensi sesuai dengan *kecepatan operasi* masih dalam batas yang ditentukan.

5.2 Membalans Satu Bidang/Statik (Single Plane Balancing)

Prosedur di mana distribusi massa *rotor kaku* diatur kembali sehingga *tidak balans statik* sisa masih dalam batas yang ditentukan.

Catatan :

— Membalans satu bidang dapat dilakukan pada sepasang sisi pisau tanpa rotasi *rotor* tetapi sekarang umumnya dilakukan pada *mesin pembalans sentrifugal.*

1) Lihat ISO 1940

5.3 Membalans Dua Bidang/Dinamik (Two Plane Dinamic Balancing)

Prosedur di mana distribusi massa *rotor kaku* diatur kembali sehingga *tidak balans dinamik* sisa masih dalam batas yang ditentukan.

5.4 Membalans Banyak Bidang (Multi Plane Balancing)

Diterapkan pada *rotor fleksibel*, setiap prosedur membalans yang mensyaratkan koreksi *tidak balans* pada lebih dari dua *bidang koreksi.*

5.5 Metode Koreksi (Method of Corection)

Prosedur di mana distribusi massa *rotor* dapat diatur kembali untuk mengurangi keadaan *tidak balans,* atau geteran akibat tidak balans sampai mencapai batas yang dapat diterima. Koreksi umumnya dibuat dengan menambahkan, atau mengurangi material rotor.

5.6 Bidang Koreksi/Membalans (Corection/Balancing Plane)

Bidang yang tegak lurus terhadap *sumbu poros* dari *rotor* tempat dilakukannya koreksi *tidak balans.*

5.7 Bidang Ukur (Measuring Plane)

Bidang yang tegak lurus terhadap *sumbu poros* tempat dilakukannya penentuan *vektor tidak balans.*

5.8 Bidang Referensi (Reference Plane)

Setiap bidang tegak lurus terhadap *sumbu poros* di mana *jumlah tidak balans* diperhatikan.

5.9 Batas Yang Dapat Diterima (Acceptability Limit)

Harga parameter tidak balans yang ditetapkan sebagai batas maksimum, di bawah harga tersebut kondisi *tidak balans* dari *rotor* masih dapat diterima.

5.10 Toleransi Tidak Balans (Unbalance Tolerance)

Pada kasus *rotor kaku,* hal ini menyatakan *jumlah tidak balans* terhadap suatu bidang radial *(bidang ukur* atau *bidang koreksi)* yang ditetapkan sebagai batas maksimum, di bawah harga tersebut kondisi *tidak balans* masih dapat diterima.

5.11 Membalans Di Lokasi (Field Balancing)

Proses *membalans* sebuah *rotor* pada *bantalannya* dan struktur penumpunya, tidak pada *mesin pembalans.*

Catatan :

— Pada kondisi tersebut, informasi yang dibutuhkan untuk membalans diperoleh dari pengukuran gaya getar atau gerak getar dari struktur penumpu dan/atau hasil pengukuran lain mengenai respons terhadap rotor *tidak balans.*

6. MESIN PEMBALANS DAN PERALATANNYA[1] (BALANCING MACHINE AND EQUIPMENT)

6.1 Mesin Pembalans (Balancing Machine)

Mesin untuk mengukur *tidak balans* keadaan pada sebuah rotor yang dapat digunakan untuk mengatur distribusi massa rotor tersebut sehingga gerak getar per putaran dari *jurnal* atau gaya pada *bantalan* dapat dikurangi jika perlu.

---

1) Lihat ISO 2953

6.2 Mesin Pembalans Gravitasi/Non - Rotasi (Gravitational Balancing Machine/Non Rotating)
Mesin pembalans yang dapat menumpu sebuah *rotor kaku* dalam kondisi tidak berputar dan dapat memberikan informasi mengenai jumlah dan sudut dari *tidak balans statik.*

6.3 Mesin Pembalans Sentrifugal/Rotasi (Sentrifugal Balancing Machine/Rotating)
Mesin pembalans yang dapat menumpu *rotor* yang berputar dan dapat mengukur gaya getar per putaran atau gerak getar akibat *tidak balans* pada rotor.

6.4 Mesin Pembalans Satu Bidang/Statik (Single Plane Balancing Machine/Static)
Mesin pembalans gravitasi atau sentrifugal yang memberikan informasi untuk *membalans satu bidang.*

6.5 Mesin Pembalans Dinamik/Dua Bidang (Dynamic Balancing Machine/Two Plane)
Mesin pembalans sentrifugal yang memberikan informasi untuk *membalans dua bidang.*

Catatan :

-- Mesin pembalans dinamik kadang-kadang digunakan untuk *membalans satu bidang.*

6.6 Mesin Pembalans Bantalan Kaku/Di Bawah Resonansi (Hard Bearing Balancing Machine)
Mesin yang mempunyai suatu daerah *kecepatan balans* di bawah frekwensi pribadi dari sistem suspensi dan rotor.

6.7 Mesin Pembalans Resonansi (Resonance Balancing Machine)
Mesin dengan *kecepatan membalans* yang sesuai dengan frekuensi pribadi dari sistem suspensi dan rotor.

6.8 Mesin Pembalans Bantalan Lunak/Di Atas Resonansi (Soft Bearing/Above Resonance Balancing Machine)
Mesin dengan *kecepatan membalans* di atas frekuensi pribadi dari sistem suspensi dan rotor.

6.9 Mesin Pembalans Kompensasi/Tanpa Gaya (Compensating/Null Force Balancing Machine)
Mesin pembalans dengan sistem kalibrasi gaya yang menyatu yang dapat mengimbangi gaya tidak balans pada *rotor.*

6.10 Mesin Pembalans Pembacaan Langsung (Direct Reading Balancing Machine)
Mesin pembalans yang dapat menunjukkan secara langsung adanya *tidak balans.*

6.11 Diameter Ayun (Swing Diameter)
Diameter benda kerja maksimum yang dapat diterima oleh *mesin pembalans.*

6.12 Mandrel/Batang Pembalans (Mandril/Balancing Arbor)
Poros tempat benda kerja ditumpu untuk proses *membalans.*

6.13 Peralatan Membalans Di Tempat (Field Balancing Equipment)
Instumentasi pengukuran untuk memberikan informasi dalam rangka *membalans* atau permesinan yang tidak dilakukan pada *mesin pembalans.*

6.14 Indikator Tidak Balans (Unbalance Indicator)

Jarum atau alat petunjuk yang mengukur jumlah tidak balans atau efek dari tidak balans tersebut yang diukur, pada suatu mesin pembalans.

6.15 Satuan Koreksi Praktis (Practical Corection Unit)

Satuan yang merupakan harga satuan untuk *jumlah tidak balans* yang ditunjukkan pada *mesin pembalans.* Untuk memudahkan, harga tersebut dikaitkan dengan jari-jari spesifik dan bidang koreksi dan umumnya dinyatakan sebagai satuan dari suatu besaran tertentu yang dipilih seperti kedalaman bor untuk suatu diameter tertentu, berat, panjang kawat solder, sumbat, taji, dan sebagainya.

6.16 Beban Pengimbang (Counterweight)

Berat yang ditambahkan pada keadaan suatu benda untuk memperkecil *tidak balans* yang diperhitungkan pada suatu tempat.

Catatan :

— Berat tersebut dapat digunakan untuk menyeimbangkan benda yang aksisimetri atau mengurangi momen lentur yang terjadi pada benda tersebut, sebagai contoh adalah poros-engkol.

6.17 Kompensator (Compensator)

Fasilitas yang dipasangkan pada *mesin pembalans* yang memungkinkan dihilangkannya *tidak balans awal* dari *rotor,* umumnya secara elektris, sehingga akan mempercepat penyetelan bidang dan kalibrasi.

6.18 Indikator Sudut (Angle Indicator)

Alat yang digunakan untuk menunjukkan *sudut tidak balans.*

6.19 Generator Referensi Sudut (Angle Reference Generator)

Dalam *membalans,* merupakan suatu alat yang memberikan sinyal yang mendefinisikan posisi sudut *rotor.*

6.20 Tanda Referensi Sudut (Angle Reference Marks)

Tanda yang diberikan pada *rotor* untuk menyatakan sistem referensi sudut yang tetap pada *rotor;* dapat bersifat optik, magnetik, mekanik atau radioaktif.

6.21 Alat Ukur Vektor (Vector Measuring Device)

Alat untuk mengukur dan menyajikan jumlah *tidak balans* dan sudut *tidak balans* dalam bentuk *vektor tidak balans,* umumnya berupa sebuah titik atau garis.

6.22 Alat Ukur Komponen (Component Measuring Device)

Alat untuk mengukur dan menyajikan *jumlah* dan *sudut tidak balans* dengan besaran beberapa komponen dari *vektor tidak balans* yang telah ditentukan.

6.23 Respons Minimum Mesin Pembalans (Balancing Machine Minimum Response)

Ukuran kemampuan mesin untuk menangkap gejala dan memberikan indikasi terhadap *jumlah tak balans* minimum untuk kondisi tertentu.

6.24 Ketepatan Mesin Pembalans (Balancing Machine Accuracy)

Batasan mengenai *jumlah* dan *sudut tidak balans* yang dapat diukur pada kondisi tertentu.

6.25 Interferensi Bidang Koreksi/Efek Silang (Correction Plane Interference)

Perubahan indikasi *mesin pembalans* pada satu *bidang koreksi* dari *rotor,* yang

dianggap sebagai perubahan *tidak balans* pada bidang koreksi yang lain.

6.26 Rasio Interferensi Bidang Koreksi (Corection Plane Interference Ratios)

Rasio interferensi (I_{AB}, I_{BA}) dari dua *bidang koreksi* A dan B untuk *rotor* tertentu didefinisikan sebagai :

$$I_{AB} = U_{AB}/U_{BB}$$

di mana U_{AB} dan U_{BB} merupakan kondisi *tidak balans* terhadap bidang A dan B, yang disebabkan oleh tambahan *jumlah tidak balans* tertentu pada bidang B; dan

$$I_{BA} = U_{BA}/U_{AA}$$

di mana U_{BA} dan U_{AA} merupakan kondisi tidak balans terhadap bidang B dan A, yang disebabkan oleh tambahan jumlah tidak balans tertentu pada bidang A.

Catatan :

1. Rasio interferensi bidang koreksi untuk *mesin pembalans* di mana *pemisahan bidang* telah dilakukan dengan teliti seharusnya minimum.
2. Rasio tersebut umumnya diberikan dalam presentasi.

6.27 Pemisahan Bidang (Plane Separation)

Operasi untuk memperkecil *rasio interferensi bidang koreksi* untuk suatu *rotor* tertentu, pada *mesin pembalans.*

6.28 Sensitivitas Mesin Pembalans (Balancing Machine)

Pada *mesin pembalans* dengan kondisi tertentu, kenaikan indikasi *tidak balans* yang dinyatakan sebagai gerak indikator atau pembacaan digital per unit kenaikan dalam *jumlah tidak balans.*

6.29 Batang Nodal (Nodal Bar)

Sebuah batang kaku terkopel melalui *bantalan* ke *rotor kaku* yang ditumpu fleksibel, gerakannya sejajar terhadap gerak *sumbu poros.*

Catatan :

1. Fungsinya adalah untuk mengoreksi pemisahan bidang dengan menempatkan transduser pada pusat-pusat rotasi sesuai dengan pusat perkusi yang terletak pada *bidang koreksi.*
2. Tranduser gerak tersebut mempunyai *rasio interferensi bidang* koreksi minimum.

6.30 Jaringan Pemisahan Bidang/Nodal (Plane Separation Network/Nodal)

Sirkuit listrik, yang ditempatkan di antara transduser gerak dan *indikator tidak balans* yang memberikan fungsi *pemisahan bidang* secara elektrik tanpa memerlukan lokasi tertentu untuk transduser gerak tersebut.

6.31 Massa Parasitik (Parasitic Mass)

Mass parasitik *mesin pembalans* adalah setiap massa selain daripada *rotor* yang sedang dibalans, yang digerakkan oleh *gaya tidak balans* yang terjadi pada rotor.

6.32 Rotor Penguji/test (Proving Rotor/Test)

Rotor kaku dengan massa yang tepat yang dirancang untuk pengujian *mesin pembalans* dan cukup balans untuk dapat menyatakan gejala *tidak balans* dengan tepat akibat adanya tambahan massa yang besar dan posisi sudutnya sangat dapat direproduksi dengan baik.

6.33 Kalibrasi Permanen (Permanent Calibration)

Sifat *mesin pembalans bantalan kaku* yang memungkinkan mesin dikalibrasi satu kali saja, sehingga mesin tersebut akan tetap terkalibrasi untuk setiap *rotor* dengan kapasitas dan daerah kecepatan yang sesuai dengan mesin tersebut.

Catatan :

— Mesin tersebut harus diatur untuk dimensi rotor yang berbeda (lihat 6.37).

6.34 Rasio Reduksi Tidak Balans/URR (Unbalance Reduction Ratio)

Rasio yang menyatakan reduksi *tidak balans* dengan koreksi balans tunggal terhadap *tidak balans awal.*

$$URR = (U_1 - U_2)/U_1 = 1 - (U_2/U_1)$$

di mana

U_1 adalah jumlah tidak balans awal.

U_2 adalah *jumlah tidak balans* yang ada setelah dilakukan satu kali koreksi balans.

Catatan :

1. Rasio reduksi tidak balans merupakan suatu ukuran efisiensi keseluruhan dari koreksi tidak balans.
2. Rasio tersebut umumnya diberikan dalam persentasi.

6.35 Rotor Pengkalibrasi (Calibration Rotor)

Rotor (umumnya yang pertama dari suatu seri) yang digunakan untuk *kalibrasi* sebuah *mesin pembalans.*

6.36 Kalibrasi (Calibration)

Proses pengaturan sebuah mesin sehingga pembacaan *indikator tidak balans* berdasarkan satuan koreksi tertentu pada *bidang koreksi* tertentu untuk *rotor* tertentu dan rotor lain yang identik; dalam hal ini mungkin termasuk pengaturan untuk lokasi sudut jika diperlukan.

6.37 Penyetelan (Setting)

Operasi untuk mengetahui informasi mesin seperti halnya lokasi *bidang koreksi,* lokasi *bantalan,* jari-jari koreksi, dan kecepatan jika diperlukan. Untuk *mesin pembalans bantalan kaku.*

6.38 Pengaturan Mekanis (Mechanical Adjusment)

Operasi menyiapkan *mesin pembalans,* secara mekanis untuk pembalans rotor.

6.39 Alat Pembalans Otomatis (Self — Balancing Device)

Alat yang dapat mengkompensasi secara otomatis perubahan kondisi *tidak balans* selama operasi normal.

6.40 Tidak Balans Sisa Minimum Mesin Pembalans Yang Dapat Dicapai (Minimum Achievable Residual Unbalance)

Harga terkecil dari *tidak balans sisa* yang dapat dicapai oleh suatu *mesin pembalans.*

6.41 Tidak Balans Sisa Minimum Mesin Pembalans Yang Dapat Dicapai Yang Dapat Diklaim (Claimed minimum Achievable Residual Unbalance)

Harga *tidak balans sisa* minimum yang dapat dicapai yang dinyatakan oleh pembuat mesin, dan diukur sesuai dengan prosedur yang ditentukan dalam ISO 2953.

6.42 Pengukuran Gerak Putar/Pada Mesin Pembalans (Measuring Run/On a Balancing Machine)

Proses yang meliputi tahap sebagai berikut :

a) pengaturan mekanis mesin, termasuk penggerak, perkakas dan adaptor;
b) setting sistem indikator
c) penyiapan *rotor* untuk dibalans gerak putar;
d) mempercepat rotor,
e) mendapatkan pengukuran *tidak balans;*
f) memperlambat *rotor;*
g) operasi selanjutnya yang diperlukan terhadap rotor yang dibalans berkaitan dengan hasil pembacaan yang diperoleh;
h) operasi lain yang diperlukan, misalnya pengukuran keamanan.

Catatan :

1. Untuk kasus *membalans* secara massa, tahap a) dan b) umumnya dilewati dari pengukuran gerak putar awal.
   Untuk pengukuran selanjutnya, tahap a), b) dan c) dihilangkan sama sekali.
2) Pengukuran gerak putar kadang-kadang disebut dengan pemeriksaan gerak putar.

6.43 Membalans Gerak Putar/Pada Mesin Pembalans (Balancing Run/On Balancing Machine)

Proses yang terdiri dari satu *pengukuran gerak putar* dan proses koreksi yang terkait.

6.44 Waktu Total (Floor-To-Floor Time)

Waktu yang meliputi waktu untuk seluruh kegiatan *membalans gerak putar* dan pemeriksaan gerak putar, bersama dengan waktu untuk persiapan dan pembenahan.

Catatan :

— Waktu tersebut umumnya dinyatakan dalam menit.

6.45 Laju Produksi (Production Rate)

Kebalikan dari *waktu total.*

Catatan

— Laju tersebut umumnya dinyatakan dalam komponen per jam.

6.46 Pengujian Travers (Travers test)

Pengujian di mana *tidak balans sisa* sebuah *rotor* dapat diperoleh (lihat ISO 1940) atau di mana *mesin pembalans* dapat diuji untuk kesesuaian dengan tidak balans sisa minimum yang dapat dicapai dan yang dapat dinyatakan.

6.47 Kebebasan Sumbu Vertikal (Vertical Axis Freedom)

Kebebasan dari pembawa bantalan atau rumah bantalan horisontal dari *mesin pembalans* untuk berotasi beberapa derajat terhadap sumbu vertikal melalui pusat penumpu.

7. ROTOR FLEKSIBEL (FLEXIBLE ROTOR)

7.1 Kecepatan Kritis Lentur/Rotor (Flexural Critical Speed)

Kecepatan *rotor* di mana terjadi lenturan maksimum pada rotor yang jauh lebih besar daripada gerak *jurnal.*

7.2 Kecepatan Kritis Modus Rotor Kaku (Rigid Rotor Mode Critical Speed)

Kecepatan *rotor* di mana terjadi gerak jurnal maksimum, yang jauh lebih besar daripada lenturan rotor.

7.3 Modus Utama Lentur/Rotor (Flexural Principle Mode)

Bentuk modus yang ditempuh oleh rotor pada salah satu *kecepatan kritis lentur* (rotor), untuk sistem *rotor/bantalan* yang tidak teredam.

7.4 Membalans Modal (Modal Balancing)

Prosedur untuk *membalans rotor fleksibel* di mana koreksi balans dibuat untuk mengurangi amplitudo getaran pada modus utama secara terpisah sampai mencapai batas yang ditentukan.

7.5 Tidak Balans Modal Ke-n (Modal Unbalance)

Kondisi tidak *balans* yang hanya mempengaruhi modus utama ke-n dari konfigurasi defleksi sebuah sistem *rotor/bantalan.*

Catatan :

— Tidak balans modal ke-n ini bukan merupakan tidak balans tunggal tetapi merupakan distribusi tidak balans u_n (z) pada modus utama ke-n. Hal ini dapat diformulasikan secara matematis terhadap efek pada modud utama ke-n oleh vektor tunggal U_n yang diperoleh dari persamaan U_n (z)

$$\vec{U}_n = \int u_n(z)\,\phi_n(z)\,dz$$

di mana U_n (Z) = 0, maka

ϕ_n (z) adalah fungsi modus.

7.6 Tidak Balans Modal Ke-n Ekivalen (Equivalent Modal Unbalance)

Tidak balans tunggal minimum $\vec{U}_{ne}$, ekivalen dengan tidak balans modal ke-n dalam pengaruhnya terhadap modus utama ke-n dari konfigurasi defleksi.

Catatan :

1. Terdapat hubungan $\vec{U}_n = \vec{U}_{ne}\,\phi_n(z_e)$, di mana $\phi_n(z_e)$ adalah harga fungsi modus untuk $z = z_e$, koordinat aksial dari bidang melintang di mana U_{ne} diterapkan.

2. Satu set massa balans yang terdistribusi pada sejumlah *bidang koreksi* dan dengan proporsi tertentu sehingga modus yang diperhatikan akan terpengaruh, dapat disebut dengan set *tidak balans modal ke-n* ekivalen.
3. Tidak balans modal ke-n ekivalen akan mempengaruhi modus lain selain modus ke-n.

7.7 Toleransi Tidak Balans Modal (Modal Unbalance Tolerance)

Jumlah *tidak balans modal ekivalen* yang ditentukan sebagai batas maksimum, di mana di bawah batas tersebut kondisi *tidak balans* dalam modus tersebut dapat diterima.

7.8 Getaran Multi-Frekuensi (Multiple Frequency Vibration)

Getaran pada satu frekuensi sesuai dengan integrasi beberapa kecepatan putar.

Catatan :

— Getaran ini dapat terjadi karena *rotor* yang anisotrop, karakteristik sistem *rotor/bantalan* yang tidak linear, dan lainnya.

7.9 Tidak Balans Akibat Induksi Termal (Thermally Induce Unbalance)

Perubahan kondisi *rotor* yang keadaan *tidak balansnya* sangat dipengaruhi oleh perubahan temperatur.

Catatan :

— Perubahan kondisi dapat menjadi permanen atau sementara.

7.10 Membalans Kecepatan Rendah/Terhadap Rotor Fleksibel (Low Speed Balancing)

Prosedur *membalans* pada kecepatan di mana *rotor* yang akan dibalans dianggap kaku.

7.11 Membalans Kecepatan Tinggi/Terhadap Rotor Fleksibel (High Speed Balancing)

Prosedur *membalans* pada kecepatan di mana rotor yang akan dibalans tidak dapat dianggap kaku.

8. BENDA — BEBAS KAKU YANG BERPUTAR (ROTATING RIGID FREE BODIES)

8.1 Umum (General)

Definisi pada sub-bab ini berlaku untuk benda-bebas kaku yang berputar. Akan tetapi apabila benda tersebut ditumpu pada *mesin pembalans,* benda tersebut dapat dianggap sebagai *rotor* dan dalam hal ini definisi pada sub-bab 1 dan 5 dapat digunakan.

8.2 Benda-Bebas Kaku (Rigid Free Body)

Sistem partikel dengan hubungan internal yang kaku dan tidak ada hambatan luar.

8.3 Benda-Bebas Kaku Yang Berputar (Rorating Rigid Free Body)

Benda-bebas kaku yang berputar pada suatu sumbu.

Catatan :

— Sumbu putar tidak stasioner, jika bukan berupa *sumbu utama sentral.*

8.4 Pusat Massa (Centre Of Mass)

Titik pada benda yang mempunyai sifat bahwa jika suatu partikel imajiner diletakkan pada titik tersebut dengan massa sama dengan massa sistem materialnya, maka akan mempunyai momen pertama terhadap setiap bidang yang sama dengan momen pertama dari sistem.

Untuk *titik berat*, lihat 2.1.

Catatan :

— Posisi dari pusat massa r_c sistem material yang terdiri atas massa m_i (i =1,2, ... , N) yang terletak pada posisi r_i dapat didefinisikan sebagai :

$$\vec{r_c} = \left(\sum_{i=1} m_i \vec{r_i} \right) / \left(\sum_{i=1} m_i \right)$$

8.5 Lokasi Sumbu Utama (Principle Axis Location)

Lokasi sumbu didefinisikan oleh pergeseran *pusat massa* dari *sumbu yang ditetapkan* dirancang dan sudut kemiringan dari sumbu utama terhadap sumbu yang ditetapkan tersebut.

8.6 Sumbu Yang Ditetapkan (Design Axis)

Sumbu di mana komponen dan sistem dirancang dan dibalans.

Catatan :

— Sumbu rancang umumnya dianggap sebagai *sumbu putar.*

8.7 Tidak Balans Benda-Bebas Kaku Pada Mesin Pembalans (Rigid Free Body Unbalance)

Kondisi yang terjadi pada setiap benda-bebas kaku yang berputar, apabila gerak putar bergeser dari sumbu putar sebagai akibat dari gaya sentrifugal, pada *mesin pembalans.*

Catatan :

1. Gerak putar dari sumbu utama dapat berbentuk silinder atau kerucut atau kombinasi keduanya.
2. Definisi *tidak balans statik benda-bebas kaku, tidak balans kopel benda-bebas kaku* dan *tidak balans dinamik benda-bebas kaku* sama dengan definisi 4.6, 4.8 dan 4.9 kecuali bahwa *sumbu putar* yang digunakan dalam hal ini adalah sumbu referensi dan bukan *sumbu poros.*

8.8 Membalans Benda-Bebas Kaku (Rigid Free Body Balancing)

Prosedur di mana distribusi massa benda-bebas kaku diperiksa dan jika perlu diatur kembali supaya *lokasi sumbu utama* masih dalam batas yang ditentukan.